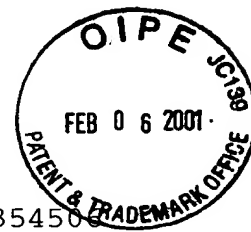


09/730,389

(translation of the front page of the priority document of
Japanese Patent Application No. 2000-354506)

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the
following application as filed with this Office.



Date of Application: November 21, 2000

Application Number : Patent Application 2000-354506

Applicant(s) : Canon Kabushiki Kaisha

January 5, 2001

Commissioner,
Patent Office

Kouzo OIKAWA

Certification Number 2000-3109619

862.C2070

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

HIROSHI KAJIWARA ET AL

Application No.: 09/730,389

Filed: December 6, 2000

For: IMAGE PROCESSING
APPARATUS AND METHOD
STORAGE MEDIUM



Examiner: NYA

Group Art Unit: 2721

February 5, 2001

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicants hereby claim priority under the International Convention and all rights to which they are entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese Priority Applications:

11-350469 filed December 9, 1999


2000-354506 filed November 21, 2000

Certified copies of the priority documents are enclosed.

#2
3-1-01

Applicants' undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,


Attorney for Applicants

Registration No. 25,823

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

NY_MAIN 144412 v 1

CFM 2070 US

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

09/730,389

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年11月21日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-354506

出 願 人
Applicant (s):

キヤノン株式会社

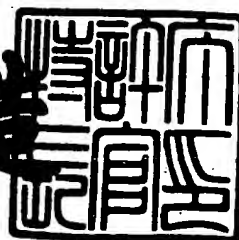


CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 1月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 4344030

【提出日】 平成12年11月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 3/00

【発明の名称】 画像処理装置及びその方法並びに記憶媒体

【請求項の数】 13

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 梶原 浩

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 佐藤 眞

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 岸 裕樹

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100076428

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 大塚 康德

 【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

 【識別番号】 100101306

【弁理士】

【氏名又は名称】 丸山 幸雄

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100115071

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康弘

【電話番号】 03-5276-3241

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成11年特許願第350469号

【出願日】 平成11年12月 9日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0001010

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理装置及びその方法並びに記憶媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像データを構成する複数の成分のそれぞれに離散ウェーブレット変換を施す離散ウェーブレット変換手段と、

前記離散ウェーブレット変換手段により生成されたサブバンドの係数を符号化する係数符号化手段と、

前記係数符号化手段により符号化された複数の成分のそれぞれの符号化データを、所定の比率で、繰り返し配列して符号化データを生成する符号化データ生成手段と、

を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】 画像データを構成する複数の成分のそれぞれに離散ウェーブレット変換を施す離散ウェーブレット変換手段と、

前記離散ウェーブレット変換手段により生成されたサブバンドの係数を符号化する係数符号化手段と、

前記複数の成分のそれぞれの符号化データを、前記サブバンド単位で配列して符号化データを生成する符号化データ生成手段とを有し、

前記離散ウェーブレット変換手段は、前記複数の成分の少なくとも 2 成分間で異なる個数のサブバンドに分解し、かつ、前記符号化データ生成手段は、前記複数の成分の符号化データをサブバンド単位に繰り返して配列して符号化データを生成することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 3】 画像データを構成する 2 成分は、輝度成分と色差成分であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】 前記符号化データ生成手段は、前記符号化データを低周波数のサブバンドから順次配列することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 5】 画像データを構成する複数の成分のそれぞれに離散ウェーブレット変換を施す離散ウェーブレット変換工程と、

前記離散ウェーブレット変換工程で生成されたサブバンドの係数を符号化する

係数符号化工程と、

前記係数符号化工程で符号化された複数の成分のそれぞれの符号化データを、所定の比率で、繰り返し配列して符号化データを生成する符号化データ生成工程と、

を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 6】 画像データを構成する複数の成分のそれぞれに離散ウェーブレット変換を施す離散ウェーブレット変換工程と、

前記離散ウェーブレット変換工程で生成されたサブバンドの係数を符号化する係数符号化工程と、

前記複数の成分のそれぞれの符号化データを、前記サブバンド単位で配列して符号化データを生成する符号化データ生成工程とを有し、

前記離散ウェーブレット変換工程では、前記複数の成分の少なくとも 2 成分間で異なる個数のサブバンドに分解し、かつ、前記符号化データ生成工程では、前記複数の成分の符号化データをサブバンド単位に繰り返して配列して符号化データを生成することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 7】 画像データを構成する前記複数の成分には輝度成分と色差成分が含まれることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の画像処理方法。

【請求項 8】 前記符号化データ生成工程では、前記符号化データを低周波数のサブバンドから順次配列することを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法。

【請求項 9】 画像データを構成する複数の成分のそれぞれに離散ウェーブレット変換を施す離散ウェーブレット変換手段と、

前記離散ウェーブレット変換手段により生成されたサブバンドの係数を符号化する係数符号化手段と、

前記係数符号化手段により符号化された前記複数の成分のそれぞれに対応する符号化データを配列して符号化データを生成する符号化データ生成手段とを有し、

前記離散ウェーブレット変換手段は、前記複数の成分の少なくとも 2 成分間で異なる個数のサブバンドに分解し、かつ前記符号化データ生成手段は、前記複数の

の成分のそれぞれに対応する符号化データのうち同一レベルのサブバンドの符号化データの一部又は全部を単位として各成分繰り返して配列して符号化データを生成することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 1 0】 前記画像データを構成する複数の成分は輝度成分と色差成分とを含み、前記離散ウェーブレット変換手段における前記離散ウェーブレット変換の適用回数は、前記輝度成分よりも前記色差成分の方を多くしたことを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 1】 画像データを構成する複数の成分のそれぞれに離散ウェーブレット変換を施す離散ウェーブレット変換工程と、

前記離散ウェーブレット変換工程により生成されたサブバンドの係数を符号化する係数符号化工程と、

前記複数の成分のそれぞれの符号化データを配列して符号化データを生成する符号化データ生成工程とを有し、

前記離散ウェーブレット変換工程では、前記複数の成分の少なくとも 2 成分間で異なる個数のサブバンドに分解し、かつ、前記符号化データ生成工程では、前記複数の成分のそれぞれの符号化データのうち同一レベルのサブバンドの符号化データの一部又は全部を単位として各成分繰り返して配列して符号化データを生成することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 1 2】 前記画像データを構成する複数の成分は輝度成分と色差成分とを含み、前記離散ウェーブレット変換工程での離散ウェーブレット変換の適用回数は、前記輝度成分よりも前記色差成分の方を多くしたことを特徴とする請求項 1 1 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 3】 請求項 5 乃至 8、及び 1 1、1 2 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法を実行するプログラムを記憶した、コンピュータにより読取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像データを入力して符号化する画像処理装置及びその方法並びに

記憶媒体に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

画像は非常に多くの情報を含んでおり、その画像情報を蓄積、伝送する場合には、その画像情報の有する膨大なデータ量が問題となる。そこで、このような画像情報を蓄積或は伝送する際には、その画像情報の持つ冗長性を除く、或いは更に、視覚的に認識し難い程度に画像情報の画素値に対して操作を加えることによって、画像情報のデータ量を削減する高能率符号化が用いられる。

【 0 0 0 3 】

画像情報の内、特にカラー画像の場合は、輝度成分の変化に比べて色差成分の変化の方が人間の目につきにくいいため、色差成分のデータ量をより多く削減させることが一般的である。例えば、静止画像符号化の国際標準方式 J P E G を用いて R G B カラー画像データを符号化する場合、その符号化処理の前に R G B 画像データを Y C r C b に色変換して、この Y C r C b データを J P E G 符号化することが多い。この際、前述したような色に対する人間の目の特性を利用するため、色変換した後に色差成分のサンプル数を減らすサブサンプリング処理や、色差成分の量子化ステップを大きくするといったことが一般的に行われる。

【 0 0 0 4 】

近年、医用の画像データの圧縮や、画像の原版保存といった用途において、画像データを圧縮・伸長した時に完全に元の画像が再現できる情報保存型（ロスレス）の符号化方式の需要が高まっている。このような符号化方式では、符号化アルゴリズムによる情報欠損、色変換やサブサンプルによる情報欠損は許容できない。このため、ロスレスで符号化した場合は、情報損失型（ロッキー）の符号化方式ほど高い圧縮性能を得ることはできず、符号化データ量を著しく減少できないため、このような符号化により符号化された符号化データを伝送するためには、なお多くの時間がかかる。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

従来、画像を符号化して伝送する際に、その伝送の早期段階において、送られ

てくる画像の概略が受信側で把握できるように符号化する段階的符号化が用いられる。しかしながら、カラー画像データをロスレスで段階的に符号化する場合、サブサンプリングや量子化との組み合わせができないため、符号化画像データの途中段階で、その受信した符号化画像を復号して再生することができず、カラー画像の特性を利用した効率の良い符号化とは言えなかった。

【 0 0 0 6 】

本発明は上記従来例に鑑みてなされたもので、画像データを構成する複数の成分のそれぞれを周波数変換したサブバンド単位で符号化し、その符号をサブバンド単位に繰り返して符号化データとすることにより、その符号化データを入力した段階に応じた画像を復号できるようにした画像処理装置及びその方法並びに記憶媒体を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

又本発明の目的は、画像の輝度及び色差成分のそれぞれをサブバンドに分割して符号化し、その符号をサブバンド単位に繰り返して符号化データとすることにより、画像を伝送する途中において、色に対する人間の目の特性を利用した良好な画質で画像を再現でき、かつ、最終的に情報の損失を無くして画像の再生が可能な画像処理装置及びその方法並びに記憶媒体を提供することにある。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明の画像処理装置は以下のような構成を備える。即ち、

画像データを構成する複数の成分のそれぞれに離散ウェーブレット変換を施す離散ウェーブレット変換手段と、

前記離散ウェーブレット変換手段により生成されたサブバンドの係数を符号化する係数符号化手段と、

前記係数符号化手段により符号化された複数の成分のそれぞれの符号化データを、所定の比率で、繰り返し配列して符号化データを生成する符号化データ生成手段とを有することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

上記目的を達成するために本発明の画像処理装置は以下のような構成を備える。
。即ち、

画像データを構成する複数の成分のそれぞれに離散ウェーブレット変換を施す
離散ウェーブレット変換手段と、

前記離散ウェーブレット変換手段により生成されたサブバンドの係数を符号化
する係数符号化手段と、

前記複数の成分のそれぞれの符号化データを、前記サブバンド単位で配列して
符号化データを生成する符号化データ生成手段とを有し、

前記離散ウェーブレット変換手段は、前記複数の成分の少なくとも2成分間で
異なる個数のサブバンドに分解し、かつ、前記符号化データ生成手段は、前記複
数の成分の符号化データをサブバンド単位に繰り返して配列して符号化データを
生成することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

上記目的を達成するために本発明の画像処理装置は以下のような構成を備える。
。即ち、

画像データを構成する複数の成分のそれぞれに離散ウェーブレット変換を施す
離散ウェーブレット変換手段と、

前記離散ウェーブレット変換手段により生成されたサブバンドの係数を符号化
する係数符号化手段と、

前記係数符号化手段により符号化された前記複数の成分のそれぞれに対応する
符号化データを配列して符号化データを生成する符号化データ生成手段とを有し

、
前記離散ウェーブレット変換手段は、前記複数の成分の少なくとも2成分間で
異なる個数のサブバンドに分解し、かつ、前記符号化データ生成手段は、前記複
数の成分のそれぞれに対応する符号化データのうち同一レベルのサブバンドの符
号化データの一部又は全部を単位として各成分繰り返して配列して符号化デー
タを生成することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

上記目的を達成するために本発明の画像処理方法は以下のような工程を備える

。即ち、

画像データを構成する複数の成分のそれぞれに離散ウェーブレット変換を施す離散ウェーブレット変換工程と、

前記離散ウェーブレット変換工程で生成されたサブバンドの係数を符号化する係数符号化工程と、

前記係数符号化工程で符号化された複数の成分のそれぞれの符号化データを、所定の比率で、繰り返し配列して符号化データを生成する符号化データ生成工程とを有することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

上記目的を達成するために本発明の画像処理方法は以下のような工程を備える。即ち、

画像データを構成する複数の成分のそれぞれに離散ウェーブレット変換を施す離散ウェーブレット変換工程と、

前記離散ウェーブレット変換工程で生成されたサブバンドの係数を符号化する係数符号化工程と、

前記複数の成分のそれぞれの符号化データを、前記サブバンド単位で配列して符号化データを生成する符号化データ生成工程とを有し、

前記離散ウェーブレット変換工程では、前記複数の成分の少なくとも2成分間で異なる個数のサブバンドに分解し、かつ、前記符号化データ生成工程では、前記複数の成分の符号化データをサブバンド単位に繰り返して配列して符号化データを生成することを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

上記目的を達成するために本発明の画像処理方法は以下のような工程を備える。即ち、

画像データを構成する複数の成分のそれぞれに離散ウェーブレット変換を施す離散ウェーブレット変換工程と、

前記離散ウェーブレット変換工程により生成されたサブバンドの係数を符号化する係数符号化工程と、

前記複数の成分のそれぞれの符号化データを配列して符号化データを生成する

符号化データ生成工程とを有し、

前記離散ウェーブレット変換工程では、前記複数の成分の少なくとも2成分間で異なる個数のサブバンドに分解し、かつ、前記符号化データ生成工程では、前記複数の成分のそれぞれの符号化データのうち同一レベルのサブバンドの符号化データの一部又は全部を単位として各成分繰り返して配列して符号化データを生成することを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0015】

〔実施の形態1〕

図1は、本発明の実施の形態1に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【0016】

図1において、101は画像入力部、102は色変換部、103、104、105は離散ウェーブレット変換部、106、107、108は2値算術符号化部、109、110、111はバッファ、112は固定長データ読み出し部、113は符号出力部である。

【0017】

本実施の形態においては、RGB各色8ビットで表現されたカラー画像データを符号化するものとして説明する。しかしながら本発明はこれに限らず、その他の色空間で表現されたカラー画像の符号化に適用することも可能である。

【0018】

以下、図1を参照して本実施の形態における各部の動作を詳細に説明する。

【0019】

まず、画像入力部101から符号化対象となる画像を示す全ての画素データがラスタスキャン順に入力される。本実施の形態においては、画素データは1画素毎に、各画素を表すR、G、Bデータが順番に入力されるものとする。この画像入力部101は、例えばスキャナ、デジタルカメラ等の撮像装置、或いはCCD

などの撮像デバイス、或いはネットワーク回線のインターフェース等であってもよい。こうして画像入力部 1 0 1 から入力される画像データは、1 画素を構成するデータが揃った段階、即ち、B のデータが入力された段階で、まとめて色変換部 1 0 2 に送られる。

【0 0 2 0】

色変換部 1 0 2 では、これら 3 原色 R, G, B の 3 つの値を用いて、次式により C1, C2, C3 を求め、それぞれ離散ウェーブレット変換部 1 0 3, 1 0 4, 1 0 5 に出力する。

【0 0 2 1】

$$C1 = (R - G) + 255$$

$$C2 = G$$

$$C3 = (B - G) + 255$$

以降、C1 成分は、離散ウェーブレット変換部 1 0 3 及び 2 値算術符号化部 1 0 6 により符号化され、その符号データがバッファ 1 0 9 に格納される。また C2 成分は離散ウェーブレット変換部 1 0 4 及び 2 値算術符号化部 1 0 7 により符号化されてバッファ 1 1 0 に記憶され、また C3 成分は、離散ウェーブレット変換部 1 0 5 及び 2 値算術符号化部 1 0 8 により符号化されてバッファ 1 1 1 に格納される。ここでは C1, C2, C3 成分のそれぞれに対する符号化処理は同じであるので、C1 成分の符号化を例に説明する。

【0 0 2 2】

離散ウェーブレット変換部 1 0 3 は、受け取ったデータを、一旦、不図示の内部バッファに格納する。画像入力部 1 0 1 から、ある画像の全ての画素データが入力されて、離散ウェーブレット変換部 1 0 3 の内部バッファに、C1 成分の 1 画面分の画像データが格納されると、離散ウェーブレット変換部 1 0 3 は適宜内部でバッファリングしながら 2 次元の離散ウェーブレット変換を施し、LL, LH, HL, HH の 4 つのサブバンドの係数を生成する。本実施の形態において、2 次元の離散ウェーブレット変換は、次式による 1 次元の離散ウェーブレット変換を水平方向と垂直方向に適用することにより行う。

【0 0 2 3】

$$r(n) = \text{floor} [\{ x(2n) + x(2n+1) \} / 2]$$

$$d(n) = x(2n+2) - x(2n+3) + \text{floor} [\{ -r(n) + r(n+2) + 2 \} / 4] \quad \dots \text{式 (1)}$$

なお、上式 (1) において、 $x(n)$ は変換対象となる一次元のデータ系列の n 番目の値、 $r(n)$ は低周波サブバンド (L) の n 番目の係数、 $d(n)$ は高周波サブバンド (H) の n 番目の係数である。また、 $\text{floor}[X]$ は、 X を越えない最大の整数値を表わす。

【0024】

図 2 (a) (b) (c) は、符号化対象画像 (図 2 (a)) に対して、1次元離散ウェーブレット変換を水平及び垂直両方向に適用して4つのサブバンドに分割する様子を説明する図である。図 2 (b) は、図 2 (a) の対象画像に対して垂直方向の1次元の離散ウェーブレット変換を施した例を示し、図 2 (c) は、図 2 (b) の結果に対して更に水平方向の1次元の離散ウェーブレット変換を施した場合を示している。

【0025】

こうして生成された変換係数は、離散ウェーブレット変換部 103 の内部バッファに格納される。

【0026】

離散ウェーブレット変換部 103 により、符号化対象画像データの C1 成分のウェーブレット変換が行われると、2値算術符号化部 106 は離散ウェーブレット変換部 103 に格納されるウェーブレット変換係数を LL, LH, HL, HH サブバンドの順に符号化して、各符号をバッファ 109 に格納する。

【0027】

2値算術符号化部 106 による各サブバンドの符号化は、サブバンドの各係数の絶対値を自然2進数で表現し、各桁に対応する2値データを集めたビットプレーンを単位として行われる。最上位のビットプレーンから最下位のビットプレーンまで順々に、ビットプレーン内の各ビット (以降、係数ビットと呼ぶ) を算術符号化する。

【0028】

本実施の形態においては、算術符号化の手法としてQM-Coderを使用する。このQM-Coderを用いて、ある状態（コンテキスト） S で発生した2値シンボルを符号化する手順、或は、算術符号化処理のための初期化手順、終端手順については、静止画像の国際標準ITU-T T. 81 | ISO/IEC 10918-1勧告等に詳細に説明されているので、ここではその説明を省略し、各2値シンボルを符号化する際の状態 S の決定方法について述べる。

【0029】

本実施の形態においては、単純に、着目する係数ビットに先行する4個の係数ビットにより16状態に分けて符号化を行うものとする。ここで着目する係数ビットを $b(n)$ 、直前の係数ビットを $b(n-1)$ 、更に、その前のビットを $b(n-2)$ といった具合に、括弧内の添え字で各ビットを表現すると、状態 S は $b(n-4) \times 8 + b(n-3) \times 4 + b(n-2) \times 2 + b(n-1)$ により定まる。このようにして定められた状態で、係数ビットを順次QM-Coderにより算術符号化して符号を生成する。QM-Coderでは、各状態毎に符号化済みのシンボル列から次のシンボルの出現確率を推定しており、各状態でのシンボルの出現確率に応じた符号化が行われる。符号化した係数ビットが“1”であり、その係数の上位ビット、即ち、その係数の既に符号化済みのビットが全て“0”である場合には、続けて係数の符号（+/-）を表すビット（以降、符号ビットと呼ぶ）を2値算術符号化する。この符号ビットの算術符号化では、係数ビットの符号化とは重複しない1つの状態（例えば状態番号 $S = 16$ ）として符号化する。

【0030】

2値算術符号化部106により、全てのサブバンドの係数が符号化されるとバッファ109には図3に示すような構成の符号列が格納される。

【0031】

上述のC2、C3成分についても、同様の処理によりバッファ110、111に符号列が格納される。これらバッファ109、110、111に格納された符号データ列は、C1、C2、C3の各成分を可逆符号化したものであり、この符号データ列から各成分を完全に再現できる。

【0032】

このようにしてC1, C2, C3の各成分の符号データ列がバッファ109, 110, 111に格納されると、固定長データ読み出し部112は、各成分毎に予め定めたバイト数でバッファ109, 110, 111から符号データ列を読み出して出力する。この場合の読み出しバイト数は、例えば、C1, C3からは8バイト、C2からは32バイトを読み出すといった具合に各成分毎に定め、C1から8バイト読み出した後、C2から32バイト、C3から8バイト読み出し、また、C1から8バイト読み出すといったように、所定バイト数単位で繰り返して符号データを取り出す。このようにして各バッファから所定の長さの符号データを読み出す際に、符号データの末尾に達したならば、その予め定められた所定バイト数になるまで“0”を付加して補完する。そしてそれ以降、符号データの末尾に達したバッファからはデータの読み出しは行わない。

【0033】

符号出力部113は、固定長データ読み出し部112から出力される符号列を装置外部へと出力する。この符号出力部113は、例えば、ハードディスクやメモリといった記憶装置、ネットワーク回線のインターフェース等である。符号出力部113からの符号出力の際に、復号時に必要な付加情報、例えば、水平方向及び垂直方向の画素数、R, G, B各データの1画素当たりのビット数、各成分を読み出す単位符号長（先の例ではC1, C3成分は8バイト、C2成分は32バイト）を含んだヘッダを生成し、この符号列に付加するものとする。

【0034】

図4は、これら必要情報をヘッダとして符号列の先頭に付加した場合に、符号出力部113から出力される符号列の構成を示した図である。

【0035】

図4では、C2, C3, C1の順に符号列の読み出しが終わった場合の符号列を示した。C1, C2, C3成分の符号化データを所定バイト数で順番に並べ、符号化データの読み出しが終了した成分については、以降のデータの読み出しを行っていないことが分かる。

【0036】

図5は、本実施の形態1に係る画像処理装置による符号化データの出力処理を

示すフローチャートである。

【 0 0 3 7 】

まずステップ S 1 で画像データを入力し、その入力した画像データの R G B 成分に対して色変換処理を実行し、例えば前述の C 1 ~ C 3 で示す色成分信号を出力する。次にステップ S 2 に進み、各色成分信号に対して離散ウェーブレット変換及び 2 値算術符号化処理を行って符号化し、その符号化した各色成分の符号化データを各バッファに記憶する。次にステップ S 3 に進み、その記憶した各色成分の符号化データを固定長で読み出して符号化データとして出力する。ステップ S 4 では全符号化データの読み出しが終了したかどうかを調べ、全符号化データの読み出しが終了していない時はステップ S 5 に進み、もし読み出しが終了した符号化データがあれば、その符号化データを読み飛ばし、ステップ S 3 で、残存している符号化データを固定長で読み出して出力する。このような処理を、ステップ S 4 で、全符号化データを読み出すまで繰り返し実行する。

【 0 0 3 8 】

以上の符号化処理により生成された符号列を受信して復号する復号装置では、符号化データを最後まで受信して復号すれば原画像を完全に再現でき、かつ、符号データの伝送の途中段階で復号を行っても、良好な再生画像を得ることができる。

【 0 0 3 9 】

[実施の形態 2]

上述の実施の形態 1 では、画像を構成する各成分を可逆符号化したデータを、所定の符号長を単位としてインターリーブして出力符号列を生成した。これに対し本発明の実施の形態 2 は、所定符号長でのインターリーブに限定されるものではなく、サブバンド単位、ビットプレーン単位のインターリーブを行うもので、以下、その変形例について説明する。

【 0 0 4 0 】

図 6 は、本発明の実施の形態 2 に係る画像処理装置の構成を示すブロック図で、前述の図 1 の構成と共通する部分は同じ符号で示し、それらの説明を省略する。

【 0 0 4 1 】

図 6 において、5 0 3，5 0 4，5 0 5 は離散ウェーブレット変換部、5 0 6 は成分比選択部、5 0 7 は分解方法決定部である。なお色変換部 1 0 2 a は、ここでは RGB 信号から Y（輝度）及び色差信号 U，V を生成して出力する。

【 0 0 4 2 】

本実施の形態 2 では、前述の実施の形態 1 と同じく、RGB 各 8 ビットのカラー画像データを符号化するものとして説明する。しかしながら本発明はこれに限らず、他の色空間で表現されたカラー画像の符号化に適用することも可能である。

【 0 0 4 3 】

以下、図 6 のブロック図を用いて、本実施の形態 2 に係る画像処理装置の各部の動作を詳細に説明する。

【 0 0 4 4 】

符号化対象画像の符号化処理に先立ち、成分比選択部 5 0 6 には、輝度成分と 2 つの色差成分をインターリーブする際の比率を選択する選択情報が入力され、この選択情報に基づいて選択信号 5 1 0 が分解方法決定部 5 0 7 に出力される。本実施の形態 2 では、輝度成分（Y）と 2 つの色差成分（U，V）の比を「1：1：1」、「2：1：1」、「4：1：1」の 3 種類の内のいずれかを選択するものとし、それぞれを選択番号“0”，“1”，“2”で表す。この選択番号は選択信号 5 1 0 として分解方法決定部 5 0 7 に送られる。この成分比選択部 5 0 6 の具体的な例としては、デコーダからの要求を受ける通信インターフェース部や、キーボードなど、ユーザからの要求を受けるユーザインターフェース部等である。

【 0 0 4 5 】

分解方法決定部 5 0 7 は、この選択信号 5 1 0 に従って、色変換部 1 0 2 a で生成される Y，U，V の各成分を離散ウェーブレット変換によりサブバンドに分解する際の分解方法を決定する。この分解方法決定部 5 0 7 の出力は、制御信号 5 1 1 として離散ウェーブレット変換部 5 0 3，5 0 4，5 0 5 に渡される。

【 0 0 4 6 】

本実施の形態 2 では、分解方法として図 7 (a), (b), (c) に示す 3 タイプを選択する。ここで出力する制御信号 5 1 1 の値としては“0”, “1”, “2”のいずれかであり、それぞれ、図 7 (a), (b), (c) の分解方法に対応している。

【0047】

成分比選択部 5 0 6 の出力する選択信号 5 1 0 が“0”の場合（「1 : 1 : 1」）は、分解方法決定部 5 0 7 は離散ウェーブレット変換部 5 0 3, 5 0 4, 5 0 5 のそれぞれに制御信号 5 1 1 として“2”を出力する。これにより輝度信号 (Y) 及び色差信号 (U, V) は、図 7 (c) のように、水平方向と垂直方向に離散ウェーブレット変換が適用され、LL, LH0, HL0, HH0 の 4 つのサブバンドに分解される。

【0048】

また選択信号 5 1 0 が“1”の場合（「2 : 1 : 1」）には、分解方法決定部 5 0 7 は離散ウェーブレット変換部 5 0 3 に制御信号 5 1 1 を“0”で、離散ウェーブレット変換部 5 0 4, 5 0 5 には制御信号 5 1 1 を“1”として出力する。これにより輝度信号 (Y) は、図 7 (a) に示すように、LL, LH, HL, HH に分解され、色差信号 (U, V) は、図 7 (b) のように、LL, HL, LH, HH 及び H のサブバンドに分解される。

【0049】

また、選択信号 5 1 0 が“2”の場合（「4 : 1 : 1」）には、離散ウェーブレット変換部 5 0 3 には制御信号 5 1 1 を“0”で、離散ウェーブレット変換部 5 0 4, 5 0 5 には制御信号 5 1 1 を“2”でそれぞれ出力する。これにより輝度信号 (Y) は、図 7 (a) に示すように、LL, LH, HL, HH に分解され、色差信号 (U, V) には、図 7 (c) のように、水平方向と垂直方向に離散ウェーブレット変換が適用され、LL, LH0, HL0, HH0 の 4 つのサブバンドに分解される。

【0050】

このように本実施の形態 2 では、後段の符号化部により符号化される符号データをサブバンド単位に各成分を並べて符号列を形成する。即ち、制御信号 5 1 1

が“0”であった場合は、図7（a）のように、LLサブバンドを含めて各サブバンドの大きさは全ての成分で同じであるが、制御信号511が“1”或は“2”であった場合には、図7（b），（c）のように、図7（a）のY成分のLL，LH，HL，HHサブバンドの大きさよりも、U，V成分のサブバンドの大きさが小さくなっている。

【0051】

これにより、サブサンプリングを行う場合と同様の効果をもたらすことができる。即ち、受信側で輝度及び色差成分のLLを受信した段階で画像再生を行ってもよく、或は輝度及び色差成分のLH，HL，HHを受信した各段階で良好なカラー画像の再生ができる。

【0052】

次に図6の構成に基づく動作を説明する。画像入力部101から符号化対象となる画像を示す全ての画素データがラスタスキャン順に入力される。本実施の形態2においては、1画素毎に、各画素を表すR，G，Bデータが順番に入力されるものとする。この画像入力部101は、例えばスキャナ、デジタルカメラ等の撮像装置、或いはCCDなどの撮像デバイス、或いはネットワーク回線のインターフェース等である。こうして画像入力部101から入力される画像データは、1画素を構成するデータが揃った段階、即ち、Bのデータが入力された段階で、まとめて色変換部102aに送られる。

【0053】

色変換部102aでは、R，G，Bの3つの値を用いて、次式によりY，U，Vを求め、それぞれ離散ウェーブレット変換部503，504，505に出力する。

【0054】

$$Y = \text{floor} \{ (R + 2G + B) / 4 \}$$

$$U = R - G + 255$$

$$V = B - G + 255 \quad \dots \text{式 (2)}$$

但し、上の式（2）において $\text{floor} \{x\}$ は、 x を超えない最大の整数を表す。

【 0 0 5 5 】

こうして得られた Y, U, V 成分の各データは、一旦、離散ウェーブレット変換部 5 0 3, 5 0 4, 5 0 5 の内部バッファにそれぞれ格納される。

【 0 0 5 6 】

離散ウェーブレット変換部 5 0 3, 5 0 4, 5 0 5 のそれぞれは、その内部バッファに各成分の 1 画面分の画像データを格納すると、適宜内部でバッファリングしながら離散ウェーブレット変換を行ない、複数のサブバンドに分割する。まず、分解方法決定部 5 0 7 から出力される制御信号 5 1 1 の値に応じて、第一の変換処理を行なう。但し、分解方式決定部 5 0 7 からの制御信号 5 1 1 の値が “0” である場合には、この第一の変換処理は行なわない。又、制御信号 5 1 1 の値が “1” である場合には、水平方向に離散ウェーブレット変換を適用し、L と H の 2 つのサブバンドに分解する。また制御信号 5 1 1 の値が “2” である場合には、水平方向と垂直方向に離散ウェーブレット変換を適用し、LL, LH0, HL0, HH0 の 4 つのサブバンドに分解する。

【 0 0 5 7 】

次に、この第一の変換処理後、最も低い周波数サブバンドに相当する部分（何もしない場合には成分データ、水平方向の処理を行なった場合には L, 2 次元の変換を行なった場合には LL）に対して 2 次元の離散ウェーブレット変換を適用し、これを LL, LH, HL, HH の 4 つのサブバンドに分解する。

【 0 0 5 8 】

本実施の形態 2 において、離散ウェーブレット変換は前述の式（1）に基づいて行なうものとし、2 次元の離散ウェーブレット変換は、これを水平方向と垂直方向に適用することにより行う。

【 0 0 5 9 】

こうして生成された変換係数は、離散ウェーブレット変換部 5 0 3, 5 0 4, 5 0 5 の内部バッファに格納される。

【 0 0 6 0 】

従って、各成分の画像データは分解方法決定部 5 0 7 からの制御信号 5 1 1 が “0”, “1”, “2” のいずれであるかに応じて、それぞれ図 7 (a), (b

), (c) に示すようにサブバンドに分解され、離散ウェーブレット変換部 5 0 3, 5 0 4, 5 0 5 の内部バッファに格納される。

【0 0 6 1】

離散ウェーブレット変換部 5 0 3, 5 0 4, 5 0 5 により符号化対象画像データの各成分の離散ウェーブレット変換が行われると、2 値算術符号化部 1 0 6 ~ 1 0 8 のそれぞれは、各離散ウェーブレット変換部 5 0 3, 5 0 4, 5 0 5 に格納されるウェーブレット変換係数を低周波サブバンドから高周波サブバンドへと順々に符号化して、その符号化データをバッファ 1 0 9, 1 1 0, 1 1 1 に格納する。これら 2 値算術符号部 1 0 6 ~ 1 0 8 によるサブバンドの係数の符号化処理は、前述の実施の形態 1 における 2 値算術符号部の処理と同じであるので説明を省略する。但し、バッファ 1 0 9 ~ 1 1 1 に格納される符号化データは、本実施の形態 2 では、サブバンド単位で読み出すことのできる形で格納されているものとする。

【0 0 6 2】

こうして 2 値算術符号化部 1 0 6 ~ 1 0 8 により、全てのサブバンドの変換係数が符号化されると、符号データ読み出し部 5 1 4 は、バッファ 1 0 9, 1 1 0, 1 1 1 から、1 サブバンドに対応する符号データ列を順に読み出して出力する。こうして全サブバンドの符号データを読み出し終わったバッファからは、それ以降のデータの読み出しは行わない。

【0 0 6 3】

符号出力部 1 1 3 は、符号データ読み出し部 5 1 4 から出力される符号列を装置外部へと出力する。この符号出力部 1 1 3 は、例えば、ハードディスクやメモリといった記憶装置、ネットワーク回線のインターフェース等である。この符号データの出力の際に、復号時に必要な付加情報、例えば、水平方向及び垂直方向の画素数、R, G, B 各データの 1 画素当たりのビット数、成分比選択部 5 0 6 で選択した成分比などを含んだヘッダ情報を生成し、符号列に付加するものとする。

【0 0 6 4】

図 8 は、これら必要情報をヘッダとして符号列の先頭に付加した場合に、符号

出力部 1 1 3 から出力される符号列の構成を示した図である。

【 0 0 6 5 】

ここでは、成分比選択部 5 0 6 から出力される成分比の選択信号 5 1 0 の値が “1” である場合（「2 : 1 : 1」）の符号列を示している。この場合、輝度成分（Y）は図 7（a）のようにサブバンドに分解され、色差成分 U，V については、図 7（b）に示すようなサブバンド分解方法が適用されている。これは図 7（a）と比べて、更に H サブバンドが存在したものとなっている。従って、U，V 成分のみに、H サブバンドの符号データが符号列の最後に付加されていることが分かる。

【 0 0 6 6 】

図 9 は、本実施の形態 2 に係る画像処理装置における符号化処理を示すフローチャートである。

【 0 0 6 7 】

まずステップ S 1 1 で、入力した R G B 画像信号を Y U V 信号に変換する。次にステップ S 1 2 で、輝度信号成分と色差信号成分との比率を入力し、ステップ S 1 3 で、その入力された比率に従って、各離散ウェーブレット変換部 5 0 3，5 0 4，5 0 5 における変換方法を決定する。こうして各ウェーブレット変換された係数を符号化部 1 0 6 ～ 1 0 8 のそれぞれで符号化して各バッファ 1 0 9 ～ 1 1 1 に記憶する（ステップ S 1 4）。次にステップ S 1 5 では、その記憶された符号化データの低周波成分のサブバンドから順次読み出し、ステップ S 1 6 で符号化データとして出力する。

【 0 0 6 8 】

以上の処理により、こうして符号化された符号化データを受信して復号する復号装置において、その符号化データを最後まで受信して復号すれば原画像を完全に再現でき、また、伝送される符号化データの途中であっても、それまでに受信した画像を復号して再生することができる。このようにして、その受信して復号するサブバンドに応じた画像を再生することができる。

【 0 0 6 9 】

〔実施の形態 3〕

上述の実施の形態 2 では、選択した成分比に応じてサブバンド分解の方法を変えた。このため、成分比が決まってからでないと符号化処理を開始することができなかった。これに対しここでは、より柔軟な成分インターリーブ方式を提案する。

【0070】

図 10 は、本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置の構成を示すブロック図で、前述の実施の形態に係る画像処理装置の構成と共通する部分は同じ符号で示し、それらの説明を省略する。

【0071】

図 10 において、809 はハードディスク等の 2 次記憶装置で、符号化された各符号データ列を記憶する。

【0072】

本実施の形態 3 では、前述の実施の形態 1 と同じく、RGB 各 8 ビットのカラー画像データを符号化するものとして説明する。しかしながら本発明はこれに限らず、他の色空間で表現されたカラー画像の符号化に適用することも可能である。

【0073】

以下、図 10 のブロック図を用いて、本実施の形態 3 に係る各部の動作を詳細に説明する。

【0074】

まず、画像入力部 101 から符号化対象となる画像を示す全ての画素データがラスタスキャン順に入力される。本実施の形態 3 においては、1 画素毎に、各画素を表す R, G, B データが順番に入力されるものとする。この画像入力部 101 は、例えばスキャナ、デジタルカメラ等の撮像装置、或いは CCD などの撮像デバイス、或いはネットワーク回線のインターフェース等である。画像入力部 101 から入力される画像データは、1 画素を構成するデータが揃った段階、即ち RGB の内の最後の B のデータが入力された段階で、まとめて色変換部 102a に送られる。

【0075】

色変換部 1 0 2 a では、R、G、B の 3 つの値を用いて、前述の式 (2) により Y、U、V を求めて、それぞれ離散ウェーブレット変換部 1 0 3、1 0 4、1 0 5 に出力する。

【0 0 7 6】

ここで Y、U、V 成分のデータは、一旦、離散ウェーブレット変換部 1 0 3 ～ 1 0 5 の内部バッファにそれぞれ格納される。

【0 0 7 7】

離散ウェーブレット変換部 1 0 3 ～ 1 0 5 のそれぞれは、その内部バッファに各成分の 1 画面分の画像データが格納されると、適宜、内部でバッファリングしながら離散ウェーブレット変換を行ない、複数のサブバンドに分解する。この離散ウェーブレット変換は前述の式 (1) に基づいて行なうものとする。本実施の形態 3 においては、これを水平方向と垂直方向に適用して LL、LH、HL、HH の 4 つのサブバンドに分解する処理を、LL サブバンドに対して繰り返して行うことにより図 1 1 に示すように、LL、LH1、HL1、HH1、LH2、HL2、HH2 の 7 つのサブバンドを生成するものとする。

【0 0 7 8】

こうして生成されたサブバンドは、離散ウェーブレット変換部 1 0 3、1 0 4、1 0 5 の内部バッファに格納される。

【0 0 7 9】

離散ウェーブレット変換部 1 0 3、1 0 4、1 0 5 により符号化対象画像データの各成分のウェーブレット変換が行われると、2 値算術符号化部 1 0 6、1 0 7、1 0 8 のそれぞれは、離散ウェーブレット変換部 1 0 3、1 0 4、1 0 5 のそれぞれに格納されるウェーブレット変換係数を低周波サブバンドから高周波サブバンドへと順々に符号化し、その符号化データを 2 次記憶装置 8 0 9 に格納する。ここで、2 次記憶装置 8 0 9 に格納される符号化データは、各成分毎に、サブバンド単位で読み出すことのできる形で格納しておくものとする。

【0 0 8 0】

本実施の形態 3 においては、この後、成分比選択部 5 0 6 によって選択される成分インターリーブ要求に従って数種の形態の符号列を生成するが、2 次記憶装

置 8 0 9 に格納されている符号化データの再符号化は行わず、選択した成分比に応じて符号の読み出し方を変えて符号列を生成するだけである。以下、成分比選択部 5 0 6、符号データ読み出し部 5 1 4 a、符号出力部 1 1 3 の動作について説明する。

【 0 0 8 1 】

成分比選択部 5 0 6 には、Y、U、V 成分をインターリーブする際の比率を選択する選択情報が入力される。本実施の形態 3 では、Y、U、V 成分の比として「1 : 1 : 1」、「4 : 1 : 1」のいずれかを選択するものとし、それぞれが選択番号“0”，“1”を表す選択信号 5 1 0 で表される。この選択信号 5 1 0 は符号データ読み出し部 5 1 4 a に送られる。この成分比選択部 5 0 6 の具体的な例としては、デコーダからの要求を受ける通信インターフェース部や、キーボードなど、ユーザからの要求を受けるユーザインターフェース部等である。

【 0 0 8 2 】

符号データ読み出し部 5 1 4 a は、2 次記憶装置 8 0 9 から各成分の符号化データをサブバンド単位に読み出して符号出力部 1 1 3 に出力する。ここで成分比選択部 5 0 6 の出力する選択信号 5 1 0 が“1”であれば、各成分の符号化データをサブバンド毎に読み出す前に、Y 成分の 3 つのサブバンド（LL，LH1，HL1）の符号化データを先に読み出しておく。また選択信号 5 1 0 が“0”であれば、先行して Y 成分の符号データを読み出すことはしない。全てのサブバンドの符号データを読み出し終わった成分については、それ以降のデータの読み出しは行わない。

【 0 0 8 3 】

符号出力部 1 1 3 は、符号データ読み出し部 5 1 4 a から出力される符号列を装置外部へと出力する。この符号出力部 1 1 3 は、例えば、ハードディスクやメモリといった記憶装置、ネットワーク回線のインターフェース等である。この符号出力の際に、復号時に必要な付加情報、例えば、水平方向及び垂直方向の画素数、R、G、B 各データの 1 画素当たりのビット数、成分比選択部 5 0 6 で選択された成分比などを含んだヘッダ情報を生成して、この符号データ列に付加するものとする。

【 0 0 8 4 】

図 1 2 は、これら必要情報をヘッダとして符号データ列の先頭に付加した場合に、符号出力部 1 1 3 から出力される符号データ列の構成を示した図である。

【 0 0 8 5 】

ここでは、成分比選択部 5 0 6 から出力される成分比の選択信号 5 1 0 が “ 1 ” である場合（「 4 : 1 : 1 」）の符号データ列を示した。Y 成分については 3 つのサブバンドのデータが先に読み出されていることが分かる。

【 0 0 8 6 】

図 1 2 において、1 2 0 1 で示すように、Y 成分の 3 つのサブバンド（LL, LH 1, HL 1, HH）の符号化データを先に読み出しておく。次に U 成分と V 成分の LL サブバンドの符号を読み出し、次に Y 成分の LH 2 サブバンドと U 成分と V 成分の LH 1 サブバンドの符号を読み出し、順次、符号を読み出して、Y 成分の HH 2 サブバンドと U 成分と V 成分の HH 1 サブバンドの符号を読み出した後は、U 成分と V 成分の LH 2, HL 2 及び HH 2 のサブバンドの符号を順次読み出す。

【 0 0 8 7 】

以上の処理により、この様にして符号化された符号化データ列を受信して復号する側では、その生成した符号データ列を最後まで受信して復号すれば原画像を完全に再現でき、かつ、符号化データの途中でも、それまでに受信したサブバンドに応じて、良好な再生画像が得られる効率の良いカラー画像符号化を実現できる。

【 0 0 8 8 】

〔実施の形態 4〕

上述の実施の形態 2、3 では、サブバンド単位に画像を構成する成分をインターリーブする方法を示した。これに対し本実施の形態 4 では、復号画像サイズを基に、サブバンドを幾つかの組に分け、各組毎に成分を符号化したデータをインターリーブする方法を示す。

【 0 0 8 9 】

図 1 3 は、本発明の実施の形態 4 に係る画像処理装置の構成を示すブロック図

で、前述の実施の形態に係る画像処理装置の構成（図 6）と共通する部分は同じ符号で示し、それらの説明を省略する。

【0090】

図 13 において、1301、1302、1303 は係数ブロック形成部、106a、107a、108a は 2 値算術符号化部、514b は符号データ読み出し部である。

【0091】

本実施の形態 4 では、前述の実施の形態 1 と同じく、RGB 各 8 ビットのカラー画像データを符号化するものとして説明する。しかしながら本発明はこれに限らず、他の色空間で表現されたカラー画像の符号化に適用することも可能である。

【0092】

以下、図 13 のブロック図を用いて、本実施の形態 4 に係る画像処理装置の各部の動作を詳細に説明する。

【0093】

まず、画像入力部 101 から符号化対象となる画像を示す全ての画素データがラスタスキャン順に入力される。本実施の形態 4 においては、1 画素毎に、各画素を表す R、G、B データが順番に入力されるものとする。この画像入力部 101 は、例えばスキャナ、デジタルカメラ等の撮像装置、或いは CCD などの撮像デバイス、或いはネットワーク回線のインターフェース等である。こうして画像入力部 101 から入力された画像データは、1 画素を構成するデータが揃った段階、即ち RGB の内の最後の B データが入力された段階で、まとめて色変換部 102a に送られる。

【0094】

色変換部 102a では、R、G、B の 3 つの値を用いて、前述の式（2）により Y、U、V を求めて、それぞれ離散ウェーブレット変換部 503、504、505 に出力する。ここで Y、U、V 成分のデータは、一旦、離散ウェーブレット変換部 503～505 の内部バッファにそれぞれ格納される。

【0095】

離散ウェーブレット変換部 5 0 3, 5 0 4, 5 0 5 のそれぞれは、その内部バッファに各成分の 1 画面分の画像データを格納すると、適宜内部でバッファリングしながら離散ウェーブレット変換を行い、複数のサブバンドに分割する。これら離散ウェーブレット変換部 5 0 3 ~ 5 0 5 は、前述の実施の形態 2 で述べたように、制御信号 5 1 1 の値に応じて分解方法を変えることが可能であるが、本実施の形態 4 では、各離散ウェーブレット変換部に送られる制御信号 5 1 1 の値は固定されている。よって、Y 成分については 2 次元の離散ウェーブレット変換を 1 回適用することにより図 1 4 (a) のように 4 つのサブバンドに分解し、U, V 成分については 2 次元離散ウェーブレット変換を 2 回適用することにより図 1 4 (b) のように 7 つのサブバンドに分解する。

【 0 0 9 6 】

本実施の形態 4 において、一次元の離散ウェーブレット変換は前述の式 (1) に基づいて行なうものとし、2 次元の離散ウェーブレット変換は、これを水平方向と垂直方向に適用することにより行う。

【 0 0 9 7 】

こうして生成された変換係数は、離散ウェーブレット変換部 5 0 3, 5 0 4, 5 0 5 の内部バッファに格納される。

【 0 0 9 8 】

これら離散ウェーブレット変換部 5 0 3, 5 0 4, 5 0 5 により、符号化対象画像データの各成分のウェーブレット変換が行われると、係数ブロック形成部 1 3 0 1, 1 3 0 2, 1 3 0 3 のそれぞれは、これら離散ウェーブレット変換部 1 0 3, 1 0 4, 1 0 5 のそれぞれに格納されているウェーブレット変換係数を低周波サブバンドから高周波サブバンドへと順々に読み出す。その際、各サブバンドを固定サイズのブロックに区切り、このブロック（以降、係数ブロックと呼ぶ）を単位として変換係数を読み出す。こうして読み出された変換係数はそれぞれ 2 値算術符号化部 1 0 6 a, 1 0 7 a, 1 0 8 a に送られる。

【 0 0 9 9 】

図 1 5 は、これら離散ウェーブレット変換部 5 0 4, 5 0 5 により生成された U, V 成分の 7 つのサブバンドが係数ブロックに分割される例を示したものであ

る。

【0100】

2 値算術符号化部 1 0 6 a ~ 1 0 8 a は、それぞれ係数ブロック形成部 1 3 0 1 ~ 1 3 0 3 から読み出される変換係数を係数ブロック単位に符号化し、その符号化データをバッファ 1 0 9, 1 1 0, 1 1 1 に格納する。これら 2 値算術符号化部 1 0 6 a ~ 1 0 8 a による変換係数の符号化処理は、各係数ブロック形成部で形成された係数ブロックを単位として符号化処理をすることを除き、前述の実施の形態における 2 値算術符号化部の処理と同じであるので、その説明を省略する。但し、本実施の形態 4 では、各係数ブロックの符号化データを 2 つに分けて格納するものとする。即ち、あるサブバンド (S とする) のある係数ブロック (B とする) の符号化データを $C(S, B)$ とするとき、所定のビットプレーンでこれを 2 つに区分けし、上位ビットプレーンの符号化データを $C0(S, B)$ 、下位ビットプレーンの符号化データを $C1(S, B)$ として別々に格納しておく。

【0101】

図 1 6 は、係数ブロック符号化データを上位ビットプレーン符号化データと下位ビットプレーン符号化データの 2 つに区分する様子を説明する図である。ここでは、ある係数ブロック (B) の符号化データ $C(S, B)$ が、上位ビットプレーンの符号化データ $C0(S, B)$ と、下位ビットプレーンの符号化データ $C1(S, B)$ とに分離された状態を示している。

【0102】

符号データ読み出し部 5 1 4 b は、バッファ 1 0 9, 1 1 0, 1 1 1 に格納される符号化データを読み出して符号出力部 1 1 3 に送る。ここで符号化データを読み出す際には、復号側で行う逆離散ウェーブレット変換により再生できる画像のサイズを考慮して、LL サブバンドをレベル 0、HL 1, LH 1, HH 1 をレベル 1、HL 2, LH 2, HH 2 をレベル 2 と定義し、レベル 0、レベル 1、レベル 2 の順に読み出す。また各レベルでは、そのレベルの属する全ての係数ブロックの上位ビットプレーンの符号化データを読み出した後、全ての係数ブロックの下位ビットプレーンの符号化データを読み出す。

【0103】

図 1 7 は、本実施の形態 4 に係る符号データ読み出し部 5 1 4 b における処理の流れを示すフローチャートで、このフローチャートを参照して、より詳細に符号データ読み出し部 5 1 4 b の動作を説明する。

【0 1 0 4】

まずステップ S 1 6 0 1, S 1 6 0 2, S 1 6 0 3 のそれぞれで、レベル(L)、色成分(C)、サブバンド番号(i)に関する各変数 L, C, i に初期値 “0” を設定する。ここで色成分 C は、Y, U, V の順に “0” から番号を付与するものとする。即ち、C = 0 ならば Y 成分、C = 1 ならば U 成分、C = 2 ならば V 成分を意味する。次にステップ S 1 6 0 4 に進み、サブバンド番号 i と NumS (C, L) とを比較する。ここで NumS (C, L) は、色成分 C のレベル 0 に属するサブバンドの数を表す関数であり、本実施の形態 4 のサブバンド分解では図 1 8 に示す通りの値を返す。次にステップ S 1 6 0 4 に進み、 $i < \text{NumS}(C, L)$ かどうかを判定し、そうであった場合はステップ S 1 6 0 7 に処理を移し、それ以外の場合にはステップ S 1 6 0 5 に処理を移す。ステップ S 1 6 0 7 では、レベル L とサブバンド番号 i とからサブバンド S を特定する。尚、本実施の形態 4 におけるサブバンド分割の場合、Subband (L, i) の返す値は図 1 9 の通りである。

【0 1 0 5】

次にステップ S 1 6 0 8 に進み、色成分 C の $C_0(S, B)$ を、指定される色成分 C に応じてバッファ 1 0 9 ~ 1 1 1 のいずれかから読み出し、符号出力部 1 1 3 に出力する。ここで着目する色成分の着目するサブバンド内の係数ブロックの数を Nb とし、各係数ブロックにラスタスキャン順に “0” から番号を付けて識別するとき、b は 0 ~ (Nb - 1) までループして順番に係数ブロックの上位ビットプレーンの符号化データを読み出す。次にステップ S 1 6 0 9 に進み、サブバンド番号 i に “1” を加え、次のサブバンドへと処理を移行する。

【0 1 0 6】

一方、ステップ S 1 6 0 4 で、 $i < \text{NumS}(C, L)$ であった場合には、着目する色成分(C)、着目するレベル(L)で全てのサブバンドの係数符号化データの読み出しが終了したので、ステップ S 1 6 0 5 に進んで C に “1” を加え、次の色成分の処理に移行する。こうしてステップ 1 6 0 6 で着目するレベルで、全ての色

成分について処理が終了したかどうかを判定し、未処理の色成分がある場合（ $C < 3$ ）の場合にはステップ S 1 6 0 3 へ、全ての色成分の読み出し処理が終わった場合には S 1 6 1 0 へ処理を移す。ステップ S 1 6 1 0 からステップ S 1 6 1 4 及びステップ S 1 6 1 7 からステップ S 1 6 1 9 の処理は、ステップ S 1 6 1 8 で $C0(S, B)$ に変えて $C1(S, B)$ の読み出しを行うことを除き、それぞれステップ S 1 6 0 2 からステップ S 1 6 0 6、及びステップ S 1 6 1 7 からステップ S 1 6 1 9 の処理と同じであるので、その説明を省略する。

【 0 1 0 7 】

符号出力部 1 1 3 は、符号データ読み出し部 5 1 4 b から出力される符号列を装置外部へと出力する。この符号出力部 1 1 3 は、例えば、ハードディスクやメモリといった記憶装置、ネットワーク回線のインターフェース等である。この符号出力の際に、復号時に必要な付加情報、例えば、水平方向及び垂直方向の画素数、R、G、B 各データの 1 画素当たりのビット数、各成分の離散ウェーブレット変換の回数などを含んだヘッダ情報を生成して、この符号データ列に付加するものとする。

【 0 1 0 8 】

このようにレベル L が “0” の場合には、Y、U、V の各色成分は LL サブバンドの上位及び下位ビットプレーンの符号データが読み出されて符号出力部 1 1 3 から出力される。またレベル L が “1” の場合には、Y、U、V の各色成分は LL サブバンドから読み出され、Y 成分は HL 1 サブバンドまで、U 成分は LH 1 サブバンドまで、そして V 成分は HH 1 サブバンドまでの上位及び下位ビットプレーンの符号データがそれぞれ読み出されて符号出力部 1 1 3 から出力される。更に、レベル L が “2” の場合には、U、V の各色成分は LL サブバンドから読み出され、U 成分は LH 2 サブバンドまで、そして V 成分は HH 2 サブバンドまでの上位及び下位ビットプレーンの符号データがそれぞれ読み出されて符号出力部 1 1 3 から出力される。

【 0 1 0 9 】

図 2 0 は、これら必要情報をヘッダとして符号データ列の先頭に付加し、符号出力部 1 1 3 から出力される符号データ列の構成を示した図である。

【0 1 1 0】

このように符号データを構成することにより、本実施の形態4の符号データ列を効果的に復号する復号装置では、レベル0の上位ビットプレーン符号データを受信して復号した段階で、U、V成分の係数をアップサンプリングして逆色変換を施すことにより原画像の1/2の大きさで再生画像を得ることができる。更に、レベル0の下位ビットプレーンの符号データまで受信すると、同じ手順でより高画質の1/2サイズの再生画像を得ることができる。

【0 1 1 1】

これら2つの段階ではY成分の変換係数に対し、U、V成分の変換係数は1/4の数に削減されており、人間の視覚特性が考慮された符号化データとなっている。更に、レベル1の上位及び下位ビットプレーンの符号データを受信して復号し、同様にU、Vの変換係数データをアップサンプリングして逆色変換を施すことにより、原画像と同サイズの再生画像を得ることができる。この段階ではY成分については完全に復元可能であり、U、V成分のみ歪む。ここから更にレベル2の上位及び下位ビットプレーンの符号化データを受信して復号することにより、原画像を劣化無く復元することが可能である。

以上の処理により、符号データ列を最後まで受信して復号すれば原画像を完全に再現でき、かつ、符号化データの途中でも、それまでに受信したサブバンドに応じて、良好な再生画像が得られる効率の良いカラー画像符号化を実現できる。

〔その他の実施の形態〕

本発明は上述した実施の形態に限定されるものではない。例えば前述の実施の形態1～4においては、離散ウェーブレット変換を用いた符号化の例を示したが、離散ウェーブレット変換については本実施の形態で使用了のものに限定されるものではなく、可逆性を有するものであればフィルタの種類や適応方法を変えても構わない。例えば、本実施の形態においては、1画像分のデータを格納するバッファを用意して離散ウェーブレット変換を適用する方法を示したが、複数ラインバッファを用いてライン単位に変換処理を行っても良い。更に、離散ウェーブレット変換以外にも、アダマール変換等、その他の変換手法に基く符号化方式に適用しても構わない。また、係数の符号化方式についても上述の実施の形態に限

定されるものではなく、例えば、MQ-coder等、QM-Coder以外の他の算術符号化方法を適用しても構わないし、その他のエントロピ符号化方法を適用しても構わない。

【0 1 1 2】

また、上記実施の形態2等においては、RGB各色8ビットで表現されたカラー画像データをYUV空間に変換して符号化するものとして説明したので、UとVのサブバンド分割の方法は同じものとして説明したが、例えばRGB空間で表現されたカラー画像を符号化するのであれば、RとGとBのサブバンド分割を互いに異なる様に設定しても良い。即ち、本発明はカラー画像を構成する少なくとも2つの成分における重要度の違いを考慮し、これら互いの成分のサブバンド分割の方法を異ならせる様にするものであれば、上記各実施の形態に応用が可能である。

【0 1 1 3】

なお、本発明は複数の機器（例えばホストコンピュータ、インターフェース機器、リーダ、プリンタ等）から構成されるシステムの一部として適用しても、1つの機器（例えば複写機、ファクシミリ装置、デジタルカメラ等）からなる装置の1部に適用してもよい。

【0 1 1 4】

また、本発明は上記実施の形態を実現するための装置及び方法のみに限定されるものではなく、上記システム又は装置内のコンピュータ（CPUあるいはMPU）に、上記実施の形態を実現するためのソフトウェアのプログラムコードを供給し、このプログラムコードに従って上記システムあるいは装置のコンピュータが上記各種デバイスを動作させることにより上記実施の形態を実現する場合も本発明の範疇に含まれる。

【0 1 1 5】

またこの場合、前記ソフトウェアのプログラムコード自体が上記実施の形態の機能を実現することになり、そのプログラムコード自体、及びそのプログラムコードをコンピュータに供給するための手段、具体的には上記プログラムコードを格納した記憶媒体は本発明の範疇に含まれる。

【0116】

この様なプログラムコードを格納する記憶媒体としては、例えばフロッピーディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM等を用いることができる。

【0117】

また、上記コンピュータが、供給されたプログラムコードのみに従って各種デバイスを制御することにより、上記実施の形態の機能が実現される場合だけではなく、上記プログラムコードがコンピュータ上で稼動しているOS（オペレーティングシステム）、あるいは他のアプリケーションソフト等と共同して上記実施の形態が実現される場合にもかかるプログラムコードは本発明の範疇に含まれる。

【0118】

更に、この供給されたプログラムコードが、コンピュータの機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに格納された後、そのプログラムコードの指示に基づいてその機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPU等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって上記実施の形態が実現される場合も本発明の範疇に含まれる。

【0119】

以上説明したように本実施の形態によれば、画像データを構成する複数の成分を、各成分毎に符号伝送の途中段階で再生可能な方法で可逆符号化し、その符号化された各成分の符号化データを所定の単位で繰り返して並べて符号化データを生成することにより、その符号化出た列を受信して復号する際、その符号データ列の途中で、その時点で受信した符号化データのレベルに応じた、良質な画質の画像を再生することができる。

【0120】

又、その符号データを最後まで受信して再生する場合には、原画像を忠実に再生することができる。

【0121】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、画像データを構成する複数の成分のそれぞれを周波数変換して変換係数を符号化し、その符号をサブバンド単位、あるいは同一レベルの係数のまとまりを単位に繰り返して符号化データとすることにより、その符号化データを入力した段階に応じた画像を復号できる。

【 0 1 2 2 】

また本発明によれば、符号化した画像を伝送する途中において、色に対する人間の目の特性を利用した良好な画質で画像を再現でき、かつ、最終的に情報の損失を無くして画像の再生が可能になるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】

本実施の形態に係る 2 次元ウェーブレット変換の様子を説明する模式図である。

【図 3】

本実施の形態 1 においてバッファに格納される符号化データの構成を説明する図である。

【図 4】

本実施の形態 1 において出力される符号データ列の構造を示す図である。

【図 5】

本発明の実施の形態 1 に係る画像処理装置における符号化処理を説明するフローチャートである。

【図 6】

本発明の実施の形態 2 に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 7】

本実施の形態 2 に係るサブバンド分割を説明する模式図である。

【図 8】

本実施の形態 2 における出力符号データ列の構造を説明する図である。

【図 9】

本発明の実施の形態 2 に係る画像処理装置における符号化処理を説明するフローチャートである。

【図 1 0】

本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 1 1】

本実施の形態 3 に係るサブバンド分解の様子を説明する図である。

【図 1 2】

本実施の形態 3 における出力符号データ列の構造を説明する図である。

【図 1 3】

本発明の実施の形態 4 に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 1 4】

本実施の形態 4 に係るサブバンド分解の様子を説明する図である。

【図 1 5】

本実施の形態 4 における係数ブロック切り出しの様子を説明する図である。

【図 1 6】

本発明の実施の形態 4 において、係数ブロックの符号化データを上位ビットプレーンの符号化データと下位ビットビットプレーンの符号化データに分ける様子を説明する図である。

【図 1 7】

本発明の実施の形態 4 に係る符号データ読み出し部の処理を説明するフローチャートである。

【図 1 8】

本実施の形態 4 における色成分 C, レベル L とサブバンドの数の関係を示す図である。

【図 1 9】

本実施の形態 4 における、レベル L, サブバンド番号 i で特定されるサブバンドを示す図である。

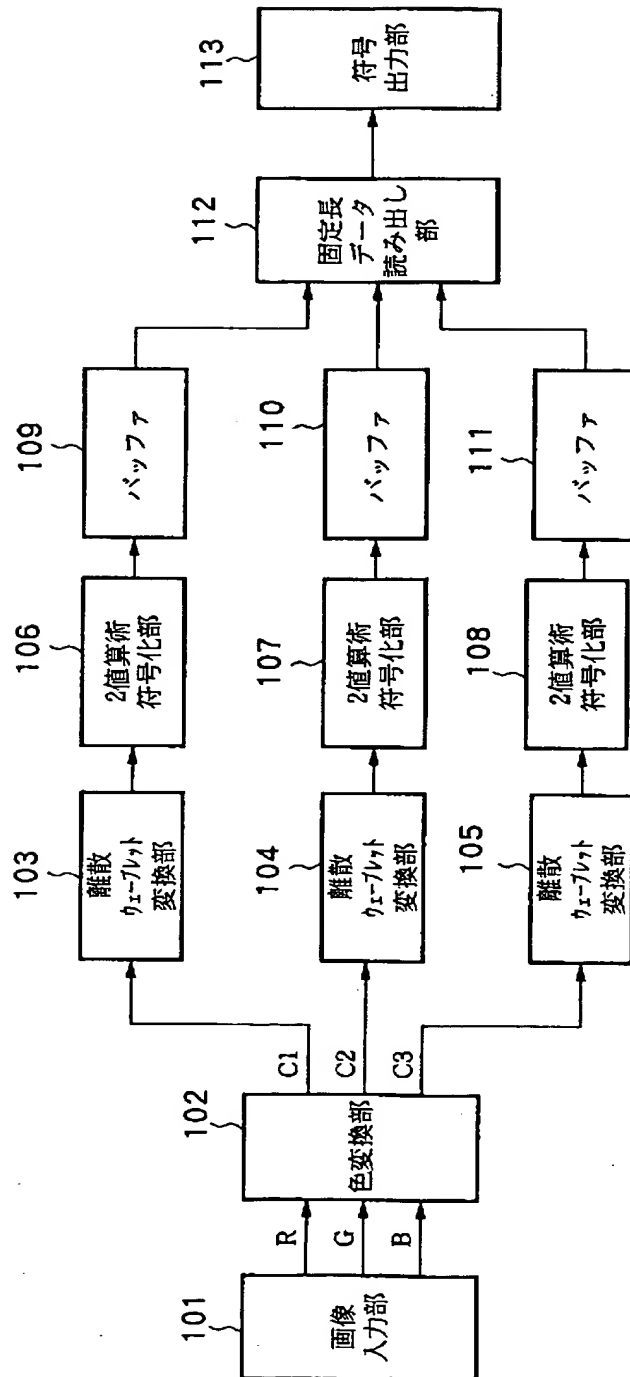
【図 2 0】

本実施の形態 4 に係る画像処理装置から出力される符号データ列の構造を説明

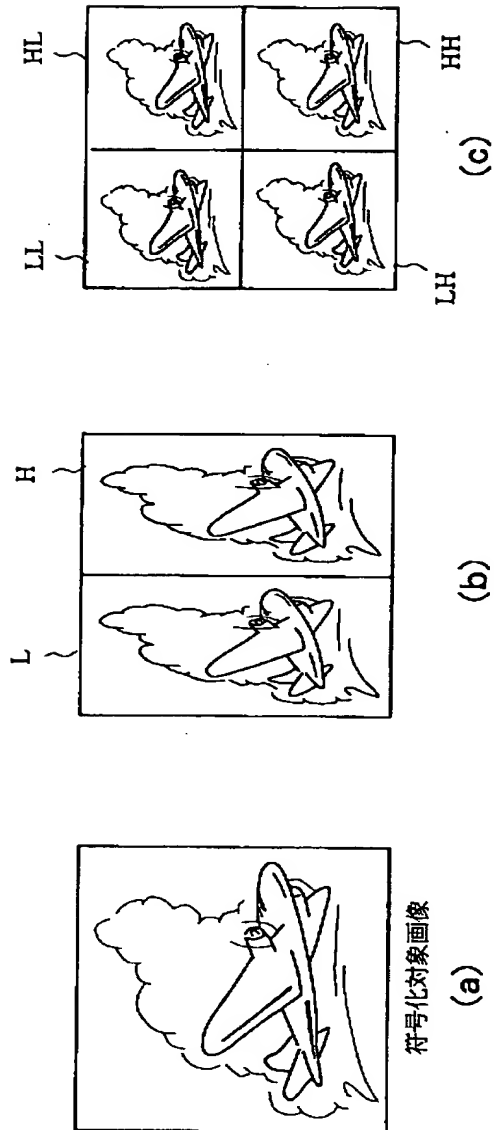
する図である。

【書類名】 図面

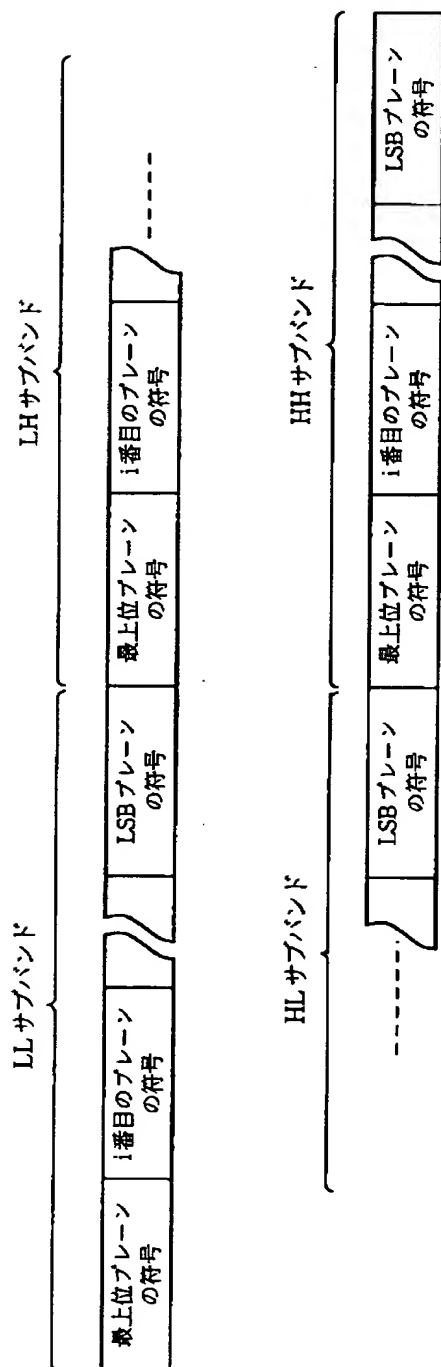
【図1】



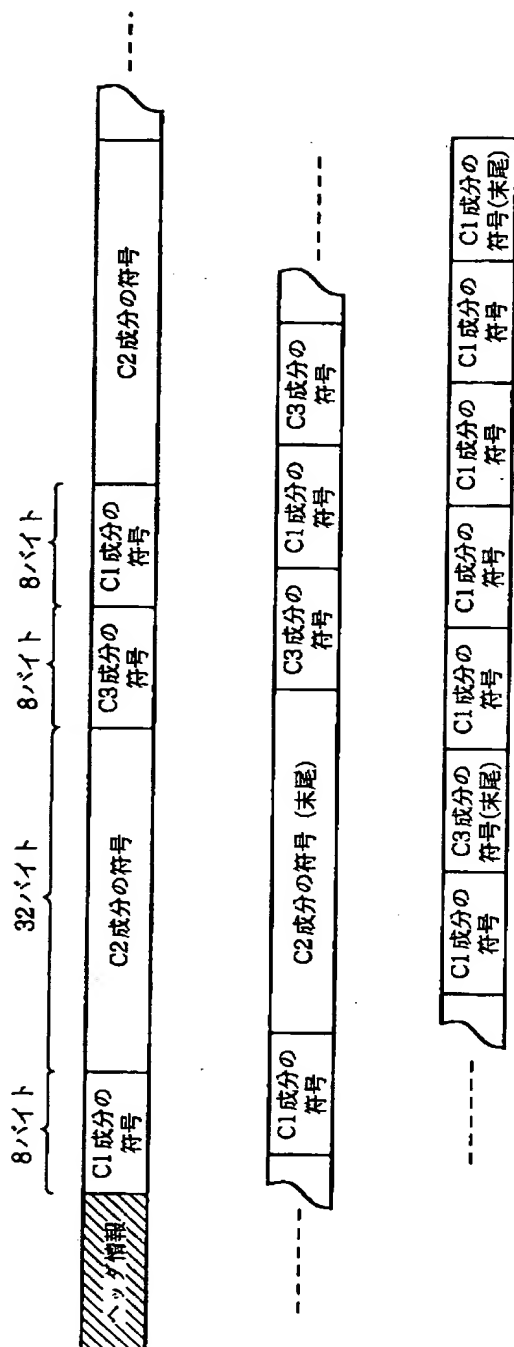
【図 2】



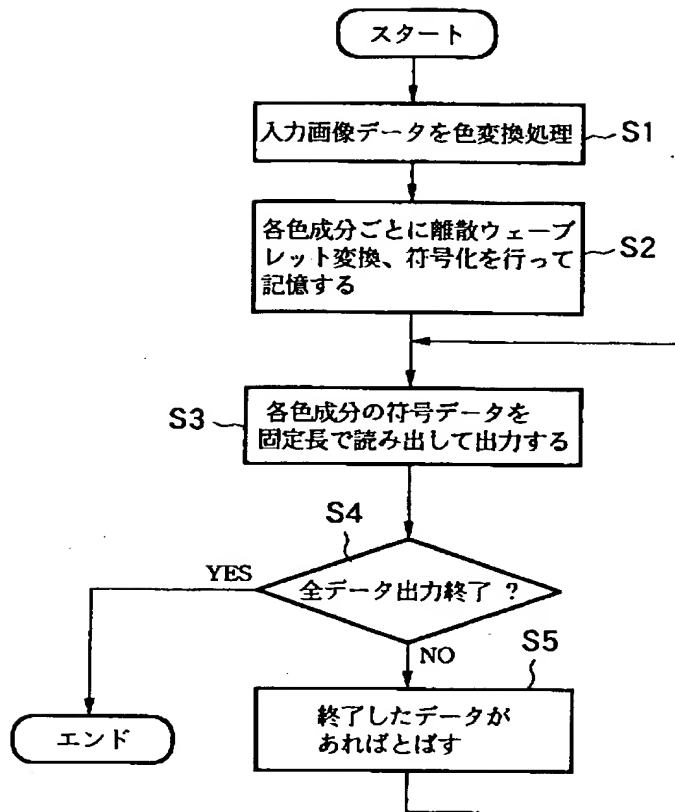
【図 3】



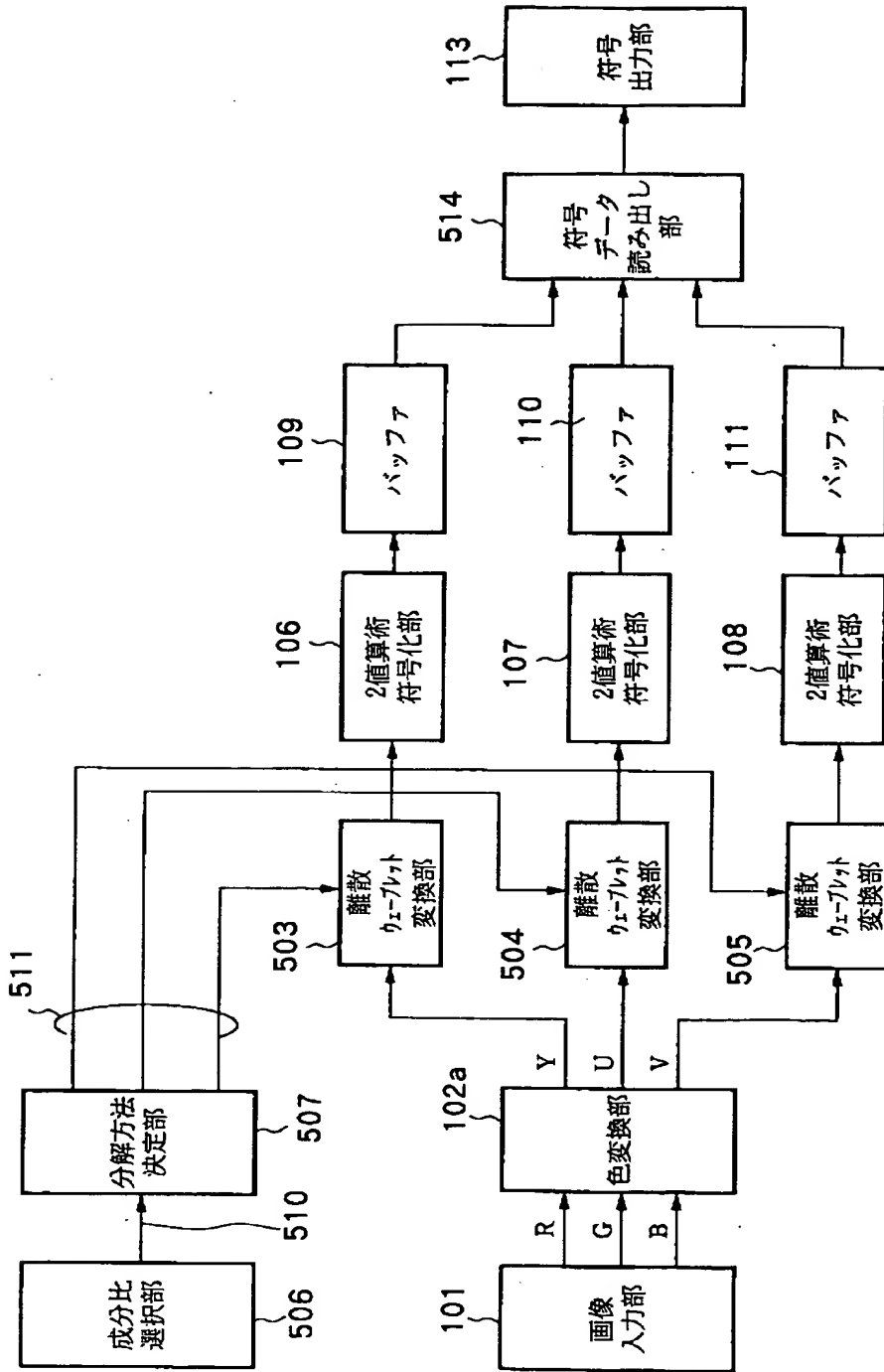
【図 4】



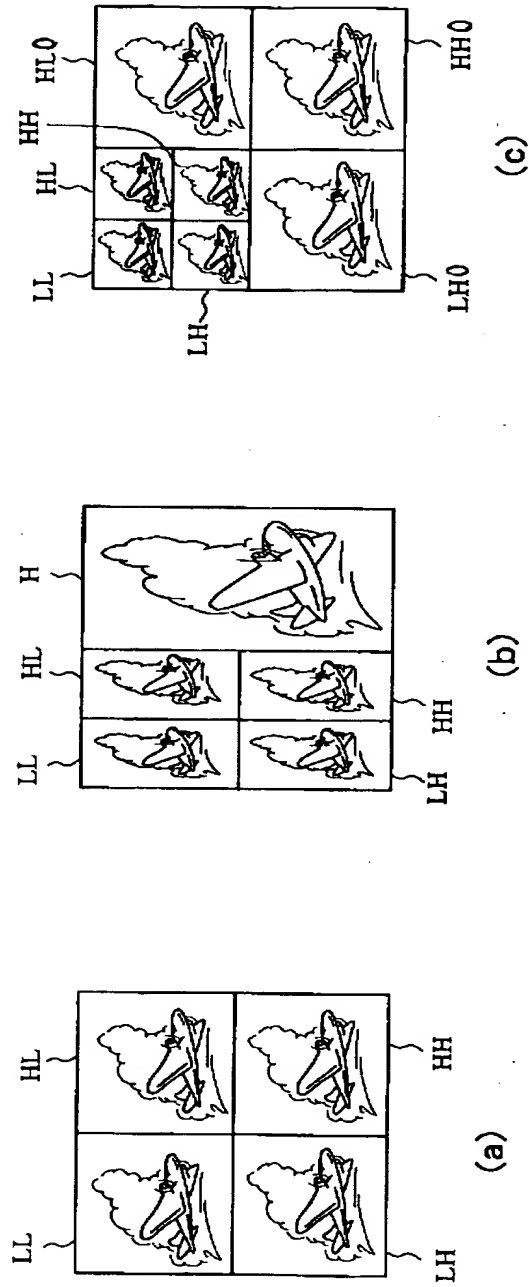
【図 5】



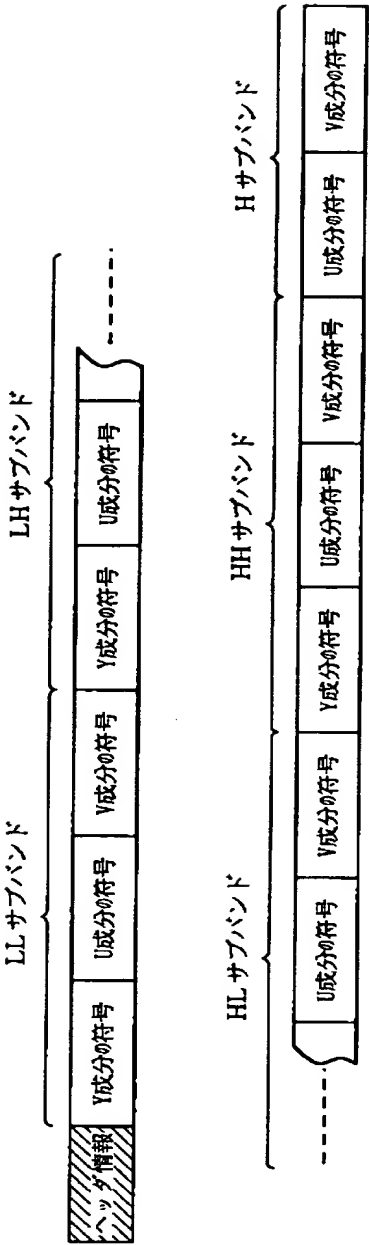
【図 6】



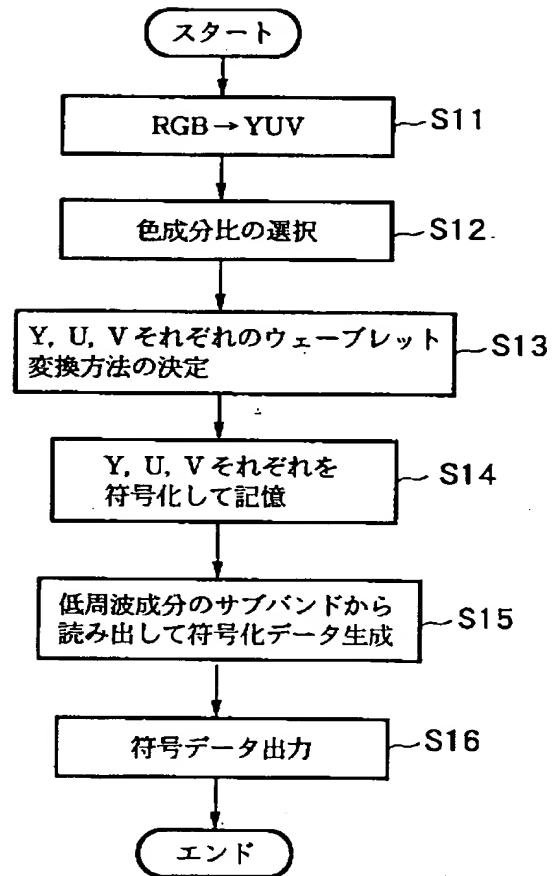
【図 7】



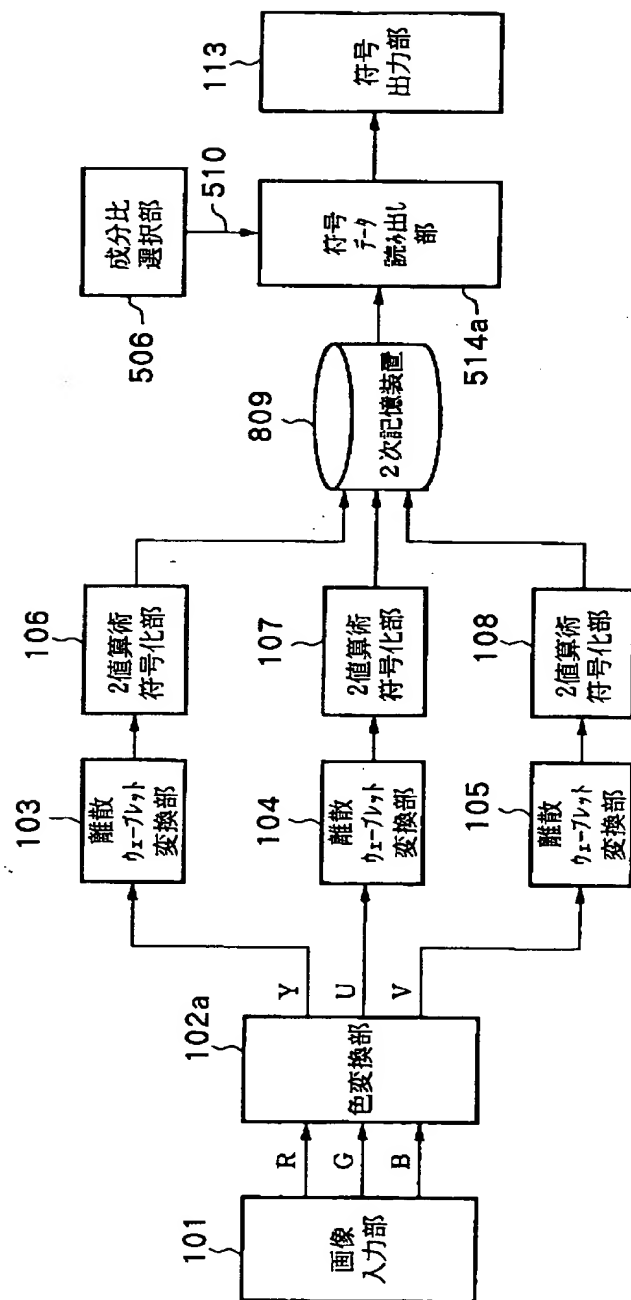
【図 8】



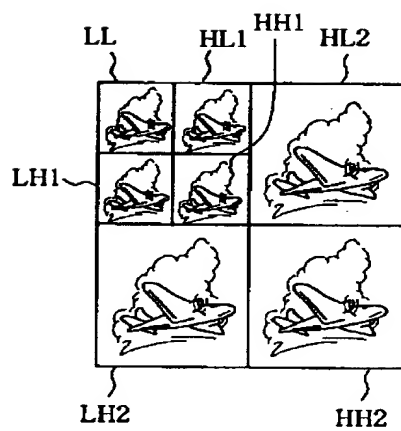
【図 9】



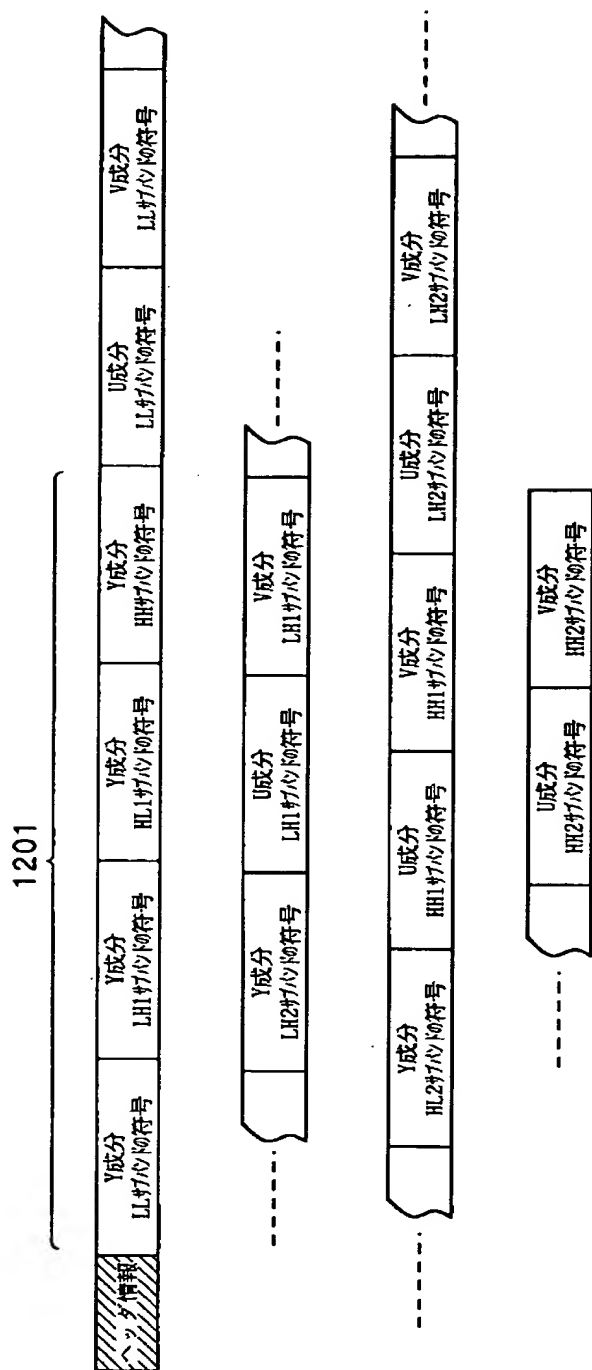
【図 10】



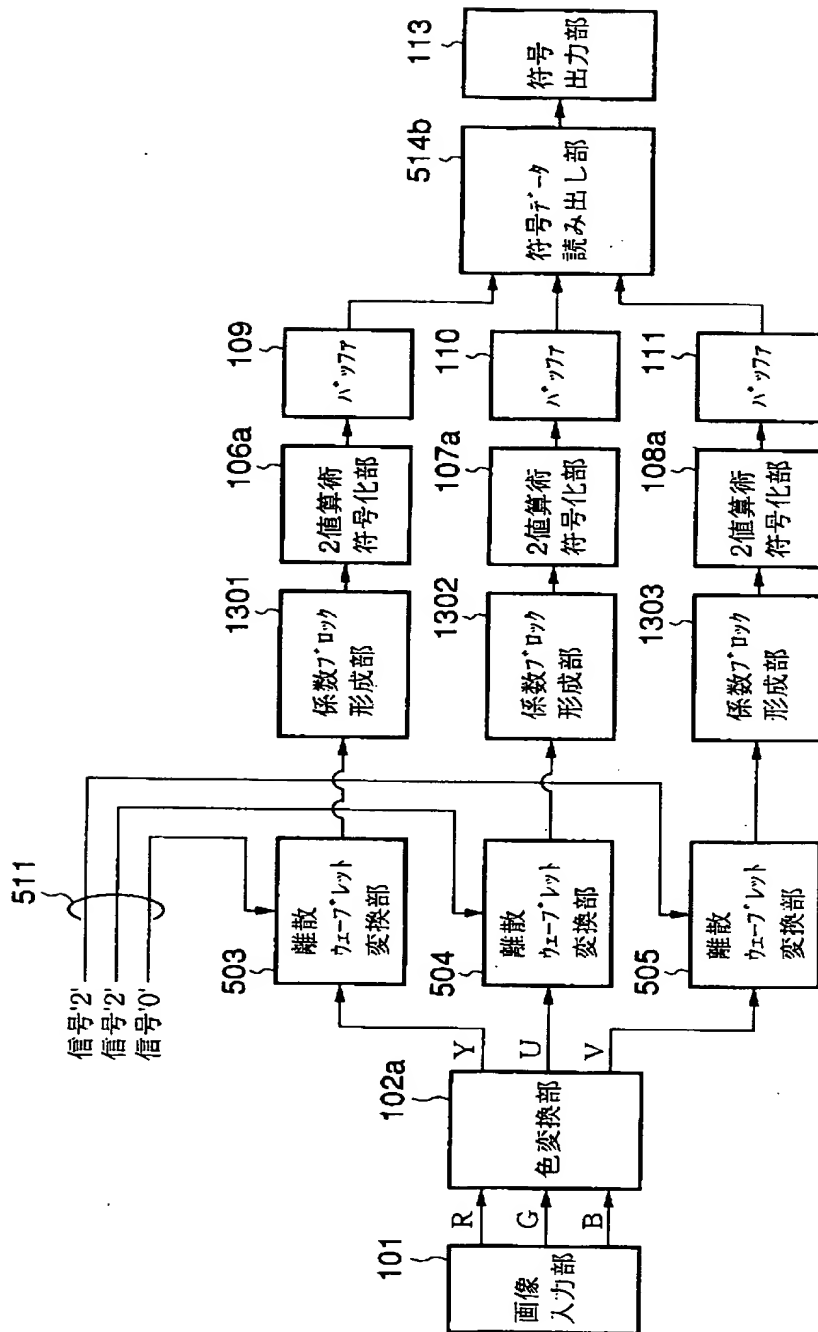
【図 1 1】



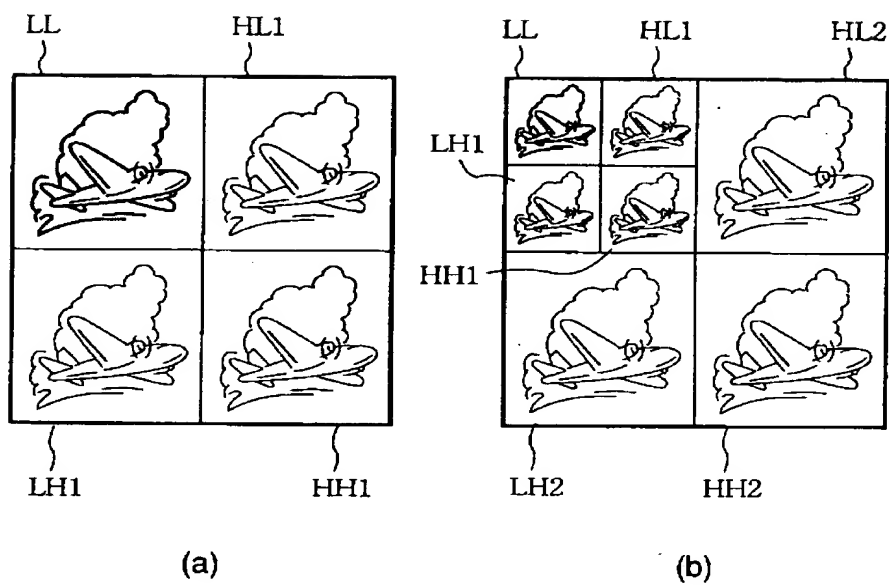
【図 1 2】



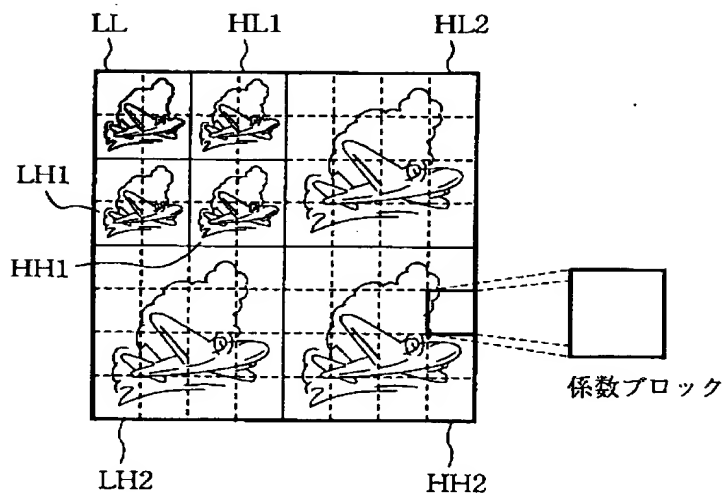
【図 13】



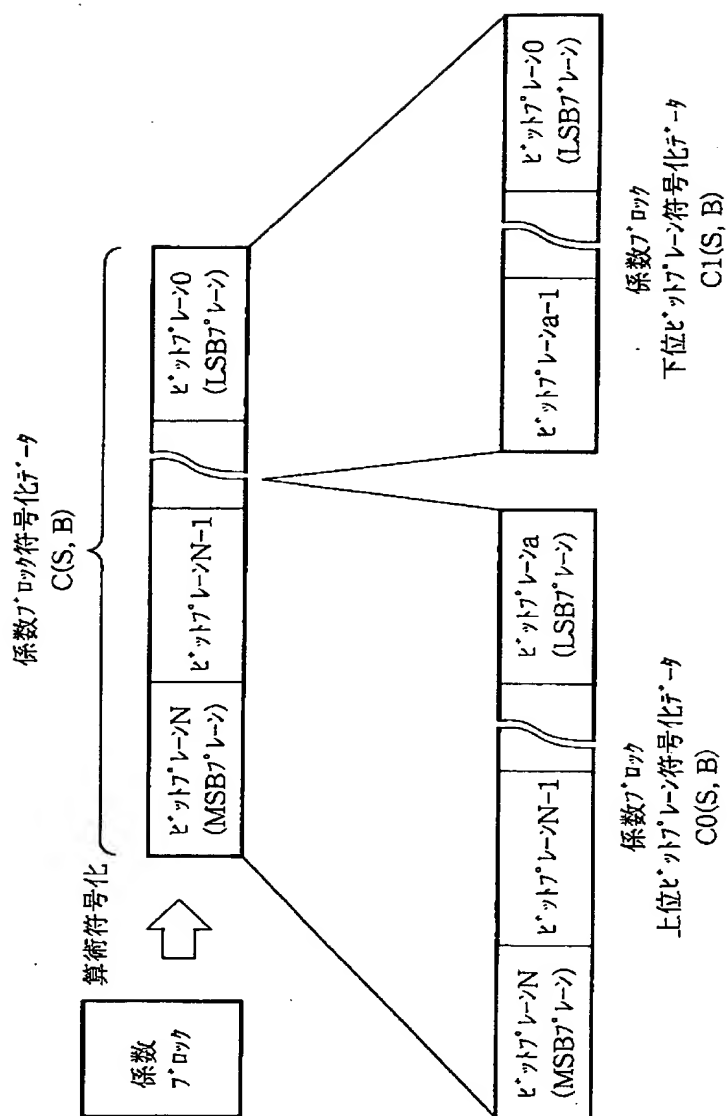
【図 14】



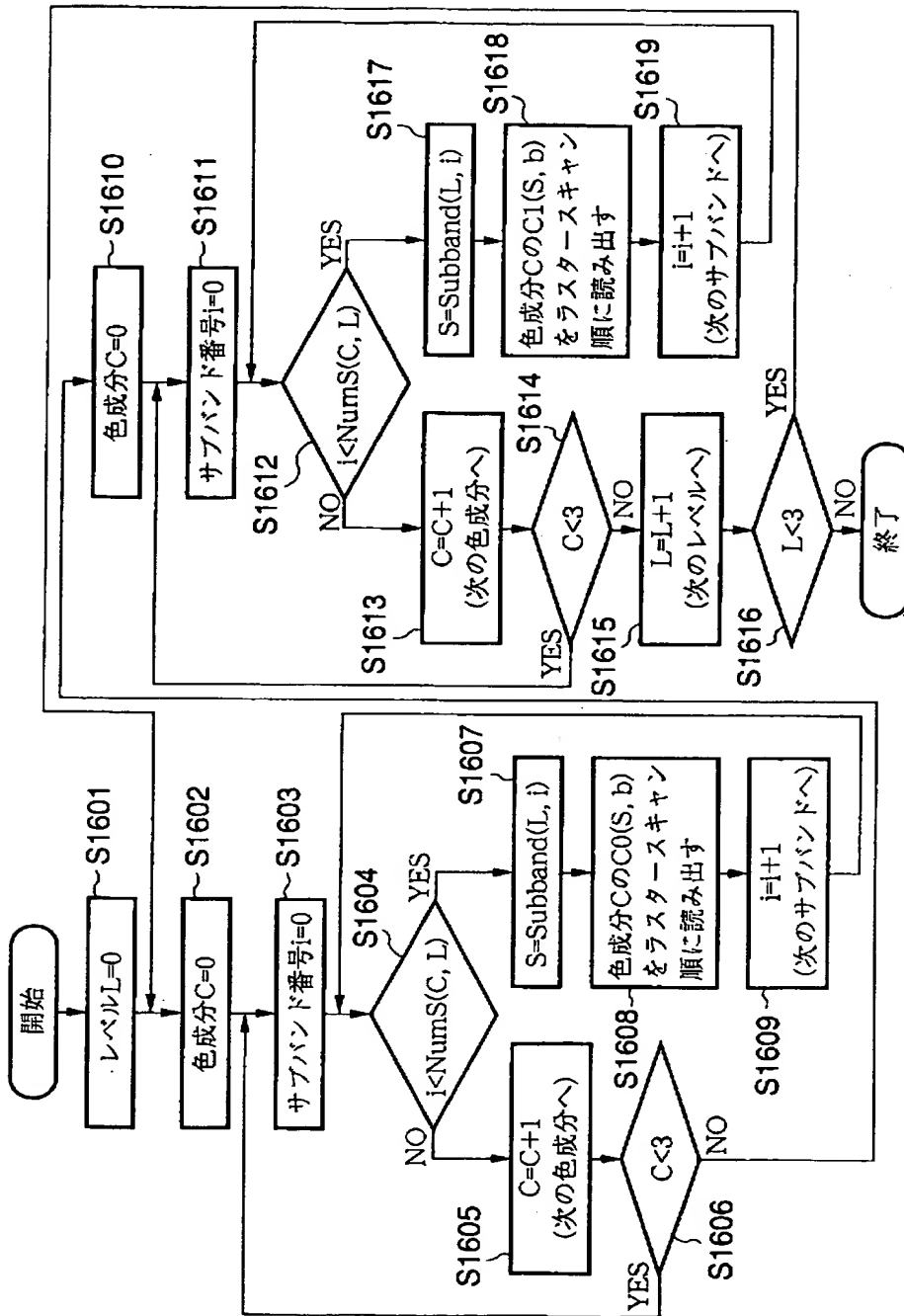
【図 1 5】



【図 1 6】



【図 17】



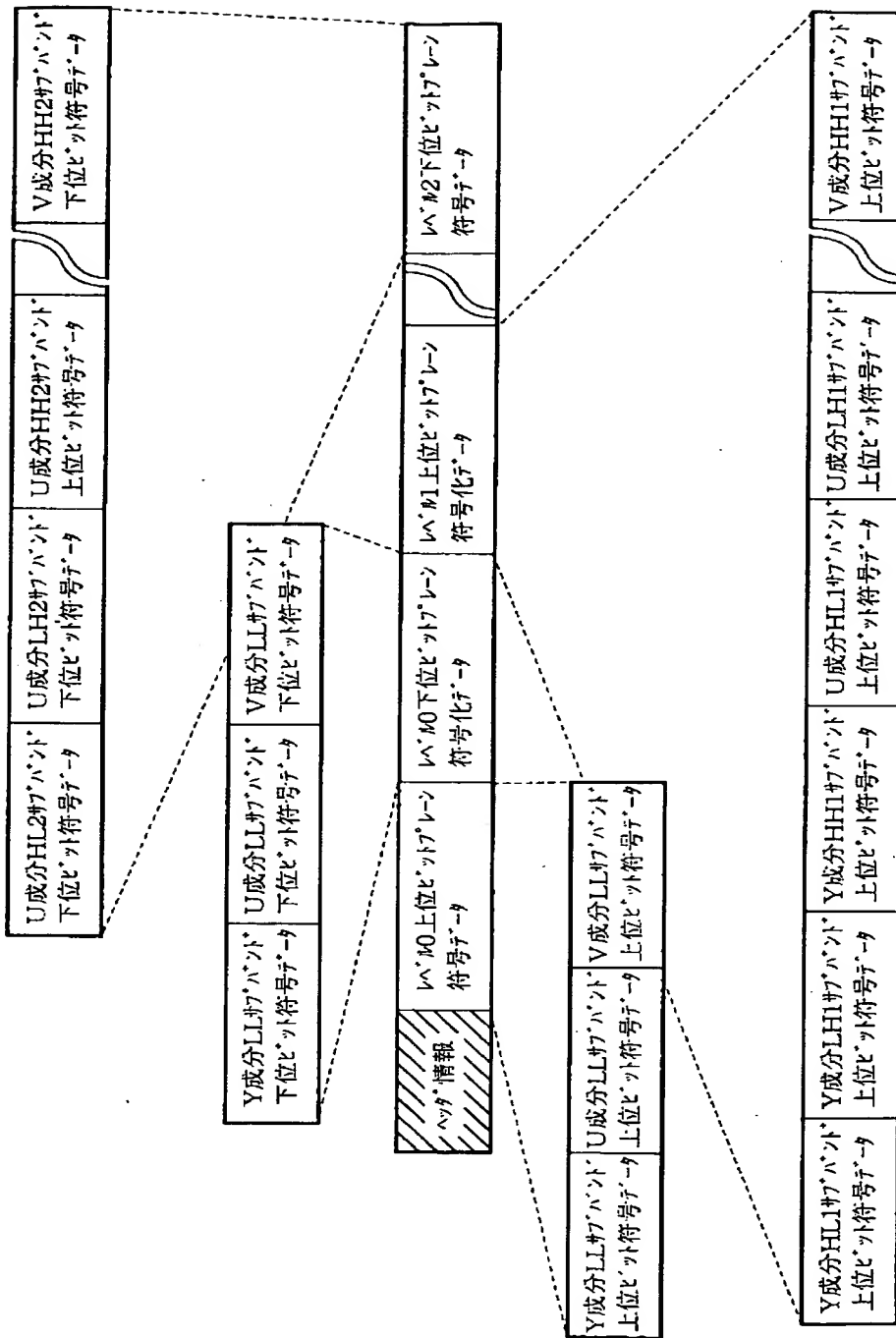
【図 1 8】

| L \ C | 0 | 1 | 2 |
|-------|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 3 | 3 | 3 |
| 2 | 0 | 3 | 3 |

【図 1 9】

| <div><div>i</div><div>L</div></div> | 0 | 1 | 2 |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|
| 0 | LL | | |
| 1 | HL1 | LH1 | HH1 |
| 2 | HL2 | LH2 | HH2 |

【図 2 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 画像の符号化データを全て入力しなくても、その入力した段階に応じた画像を復号できるように画像を符号化する。

【解決手段】 画像データを構成するRGB成分を、色変換部102によりC1～C3成分に変換し、C1～C3成分のそれぞれを離散ウェーブレット変換部103～105によりウェーブレット変換し、その変換係数を符号化部106～108により階層的に可逆符号化してバッファ109～111に記憶する。こうしてバッファ109～111に記憶された符号化データを、固定長データ読み出し部112により固定長で読出し、それらを配列した符号化データを符号出力部113から出力する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

| | |
|---------|---------------|
| 特許出願の番号 | 特願2000-354506 |
| 受付番号 | 50001500684 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第七担当上席 0096 |
| 作成日 | 平成12年11月27日 |

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

| | |
|----------|-------------------|
| 【識別番号】 | 000001007 |
| 【住所又は居所】 | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 |
| 【氏名又は名称】 | キャノン株式会社 |

【代理人】

申請人

| | |
|----------|---|
| 【識別番号】 | 100076428 |
| 【住所又は居所】 | 東京都千代田区紀尾井町3番6号 秀和紀尾井町 パークビル7F 大塚国際特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 大塚 康德 |

【選任した代理人】

| | |
|----------|---|
| 【識別番号】 | 100101306 |
| 【住所又は居所】 | 東京都千代田区紀尾井町3番6号 秀和紀尾井町 パークビル7F 大塚国際特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 丸山 幸雄 |

【選任した代理人】

| | |
|----------|---|
| 【識別番号】 | 100115071 |
| 【住所又は居所】 | 東京都千代田区紀尾井町3番6号 秀和紀尾井町 パークビル7F 大塚国際特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 大塚 康弘 |

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社